



Attorney's Docket No. 046190/269231

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re: Serras et al. Confirmation No.:
Appl. No.: 10/663,594
Filed: 09/16/2003
For: THERMOELECTRIC GENERATOR AND METHODS FOR THE
PRODUCTION THEREOF

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

To complete the requirements of 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of France priority Application No. 0103719, filed 03/16/2001.

Respectfully submitted,

Raymond O. Linker, Jr.
Registration No. 26,419

Customer No. 00826
Alston & Bird LLP
Bank of America Plaza
101 South Tryon Street, Suite 4000
Charlotte, NC 28280-4000
Tel Charlotte Office (704) 444-1000
Fax Charlotte Office (704) 444-1111
CLT01/4616594v1

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on October 27, 2003.

Janet F. Sherrill



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 01 OCT. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

1er dépôt

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa
N° 11354*01**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /260899

REPRISE DES PIÈCES DATE LIEU <i>99 16.03.01</i>		Réservé à l'INPI	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET MARTINET & LAPOUX 43 Boulevard Vauban BP 405 GUYANCOURT 78055 ST QUENTIN YVELINES CEDEX	
Vos références pour ce dossier (facultatif) SD/SERRASIFP4			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input checked="" type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie <i>J67</i>	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date / /
		N°	Date / /
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		<input type="checkbox"/>	Date / /
		N°	Date / /
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs et ses procédés de fabrication			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »	
5 DEMANDEUR		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »	
Nom ou dénomination sociale		SERRAS	
Prénoms		Edouard	
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	38 bis Boulevard d'Argenson	
	Code postal et ville	92200	NEUILLY SUR SEINE
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES	Réervé à l'INPI
DATE	16.03.01
LIEU	99
N° D'ENREGISTREMENT	0103719
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W /260899

Vos références pour ce dossier : (facultatif)		SD/SERRASIFP4
6 MANDATAIRE		
Nom		RAMEY
Prénom		Daniel
Cabinet ou Société		Cabinet MARTINET & LAPOUX
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	43 Boulevard Vauban BP 405 GUYANCOURT
	Code postal et ville	78055 ST QUENTIN YVELINES CEDEX
N° de téléphone (facultatif)		01.30.64.90.09
N° de télécopie (facultatif)		01.30.64.90.02
Adresse électronique (facultatif)		Martinet@wanadoo.fr
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Etablissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		1
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 Daniel RAMEY Mandataire (CPI-92-1208)
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
		MARTIN



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE
26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa
N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
Page suite N°. 1. / 1.

Réserve à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

LIEU

16.03.01

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

0103719

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		SD/SERRASIFP4
4 DECLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N°
5 DEMANDEUR		INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
Nom ou dénomination sociale		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Adresse	Rue	1 et 4, avenue de Bois-Préau
	Code postal et ville	92852 Rueil-Malmaison Cedex
Pays		FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
5 DEMANDEUR		
Nom ou dénomination sociale		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Pays		
Nationalité		
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 Daniel RAMEY Mandataire (CPI-92-1208)
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI MARTIN

**Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs et ses
procédés de fabrication**

La présente invention concerne un générateur
5 thermoélectrique à semi-conducteurs et des procédés
de fabrication de ce générateur.

Il est connu depuis longtemps de former des
thermocouples en réunissant à leurs extrémités, en
général par soudure, des fils électroconducteurs de
10 deux natures différentes et de relier en série un
grand nombre de thermocouples dont les jonctions se
trouvent alternativement d'un côté et de l'autre de
l'ensemble de fils. Par chauffage des jonctions
situées d'un côté et/ou par refroidissement des
15 jonctions situées de l'autre côté, on génère aux
bornes de l'ensemble de thermocouples une force
électromotrice qui dépend, entre autres, de la
différence de température entre les jonctions chaudes
et les jonctions froides et du nombre de ces
20 jonctions. La puissance électrique produite par ce
générateur pour l'alimentation d'une charge varie
comme le carré de la force électromotrice et comme
l'inverse du carré de la résistance interne du
générateur, c'est-à-dire de la résistance électrique
25 de l'ensemble des thermocouples.

Le flux thermique qui passe à travers le
générateur des jonctions chaudes vers les jonctions
froides peut être plus ou moins important, en
fonction de la conductivité thermique des
30 thermocouples et de celle du matériau qui les entoure
et les protège, des surfaces de captation ou de
dissipation de chaleur associées aux jonctions
chaudes et aux jonctions froides, etc. Lorsque l'on
veut réduire ce flux thermique, conserver une
35 différence de température élevée entre les jonctions

chaudes et les jonctions froides et conserver ou augmenter la puissance électrique utile produite, on ne peut se contenter de réduire la section des fils électro-conducteurs formant les thermocouples, car cela se traduirait par une augmentation de la résistance électrique interne du générateur et par une diminution de la puissance électrique utile produite.

On a donc cherché à utiliser des matériaux ayant une conductivité thermique inférieure à celle des fils métalliques des thermocouples et on a notamment proposé de les remplacer par des éléments semi-conducteurs de type p et de type n, qui sont reliés entre eux à leurs extrémités pour former un ensemble de thermocouples connectés en série. Ces thermocouples à semi-conducteurs ont un pouvoir thermoélectrique nettement supérieur à celui des fils métalliques électroconducteurs, ce qui permet d'augmenter assez fortement le rendement et la puissance électrique utile du générateur pour les mêmes conditions de différence de température entre les jonctions chaudes et les jonctions froides.

Toutefois, les générateurs connus à semi-conducteurs utilisent des composants qui sont coûteux et n'ont pu jusqu'à présent être fabriqués de façon rapide, fiable et économique.

La présente invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et bon marché à ces problèmes.

Elle propose à cet effet un générateur thermoélectrique à semi-conducteurs comprenant une pluralité d'éléments semi-conducteurs de type n et de type p disposés en alternance et reliés deux à deux à leurs extrémités pour former une pluralité de thermocouples sur deux faces opposées du générateur,

caractérisé en ce que lesdits éléments sont des couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines déposées sur un support diélectrique thermiquement isolant et fixées à ce support par 5 frittage.

Le générateur selon l'invention présente un certain nombre d'avantages par rapport à la technique antérieure :

10 - les thermocouples sont en matériau semi-conducteur et ont un pouvoir thermoélectrique très supérieur à celui des thermocouples en fils métalliques électroconducteurs,

15 - les éléments semi-conducteurs du générateur sont des couches minces et peuvent être de faible longueur, ce qui permet de miniaturiser le générateur selon l'invention,

20 - les éléments semi-conducteurs sont des céramiques polycristallines bon marché, leurs prix étant généralement inférieurs à ceux des métaux et leur mise en oeuvre faisant appel à des techniques peu coûteuses, par exemple de sérigraphie, de coulage en bandes, d'imprégnation, etc.

25 - la conductivité thermique de ces céramiques semi-conductrices polycristallines est très inférieure à celle des métaux.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le support précité est en céramique, et de préférence à structure microporeuse.

30 Ce support est compatible avec les éléments semi-conducteurs utilisés et sa microporosité réduit sa conductivité thermique.

35 Plusieurs générateurs selon l'invention peuvent être associés en série et/ou en parallèle pour l'alimentation d'une charge donnée. Par exemple, un générateur peut être formé d'une pluralité de

supports précités portant des éléments semi-conducteurs en céramiques polycristallines, les éléments semi-conducteurs d'un support étant reliés en série entre eux et étant reliés en série ou en parallèle aux éléments semi-conducteurs d'un autre support.

Ces supports peuvent être par exemple en forme de cylindres, de bandes, de rondelles ou de demi-rondelles. Ils peuvent être plans ou avoir des formes gauches.

L'invention propose également un procédé de fabrication d'un générateur thermoélectrique du type précité, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à déposer des couches minces de céramiques semi-conductrices sur un support diélectrique en céramique, puis à fritter les céramiques semi-conductrices par élévation de température pour les fixer sur le support diélectrique.

Avantageusement, dans une première forme de réalisation, ce procédé consiste à former les couches minces précitées par dépôt par sérigraphie sur le support de suspensions de poudres de céramique semi-conductrice dans un liquide.

Ce dépôt par sérigraphie est rapide et relativement précis et bien adapté à des fabrications économiques en grande série.

Le frittage est ensuite réalisé de façon classique, par passage dans un four.

Dans une variante de réalisation, ce procédé consiste à déposer des poudres de céramiques semi-conductrices sur le support diélectrique, à utiliser un faisceau laser à balayage piloté pour simultanément fixer des motifs en céramiques semi-conductrices sur le support et fritter les céramiques

semi-conductrices, puis à retirer du support l'excès de poudres de céramiques semi-conductrices.

On peut procéder de cette façon pour le dépôt et le frittage des céramiques semi-conductrices de type 5 n et recommencer pour le dépôt et le frittage des céramiques semi-conductrices de type p.

Dans une autre variante de réalisation de l'invention, le support diélectrique est une bande textile imprégnée d'une suspension de céramique 10 diélectrique, sur laquelle on dépose par sérigraphie des motifs en couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines, après quoi on enroule la bande sur elle-même et on place la bande enroulée dans un four pour fritter les céramiques et pour 15 brûler la bande textile afin de donner une structure poreuse au support céramique.

Avantageusement, après enroulement de la bande et avant de la mettre dans un four, on forme sur une face d'extrémité de la bande enroulée des liaisons 20 électriques entre des extrémités des motifs formés en céramiques semi-conductrices, ces liaisons étant réalisées par dépôt de matières conductrices telles que des encres ou des pâtes conductrices ou encore au moyen de brasures métalliques.

En variante, on peut former une bande de céramique diélectrique par coulée, puis déposer sur cette bande par sérigraphie des couches de céramiques semi-conductrices polycristallines.

Dans une autre variante, les couches minces de 30 céramiques semi-conductrices polycristallines sont formées sur le support diélectrique par des moyens qui sont utilisés de façon classique pour la fabrication de circuits électroniques, tels par exemple que la déposition en phase vapeur (CVD ou

Chemical Vapor Deposition en terminologie anglo-saxonne).

De façon générale, l'invention permet de réaliser des générateurs thermoélectriques qui sont susceptibles de fournir des puissances électriques utiles relativement élevées, qui sont utilisables avec des températures extrêmes, et qui sont réalisables à bon marché par mise en oeuvre de techniques simples, rapides et économiques.

10

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique partielle, à grand échelle, d'un élément d'un générateur selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue correspondant à la figure 1 et représente une variante de réalisation ;
- la figure 4 est une vue schématique en coupe transversale d'un générateur selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue de dessus du générateur de la figure 4 ;
- la figure 6 illustre schématiquement un procédé de fabrication d'un générateur selon l'invention ; et
- la figure 7 représente schématiquement un autre procédé de réalisation.

On se réfère d'abord aux figures 1 et 2, dans lesquelles on a représenté un composant d'un générateur thermoélectrique selon l'invention, ce

composant comprenant un support 10 en matériau diélectrique et thermiquement isolant, tel que de préférence une plaquette de céramique, dont une face porte des éléments 12, 14 semi-conducteurs de type n et de type p respectivement, qui sont disposés en alternance et reliés en série les uns aux autres pour former des thermocouples à leurs jonctions 16.

Dans l'exemple représenté, chaque élément 12, 14 comprend une barre rectiligne 18 qui s'étend transversalement par rapport à la direction longitudinale du support 10, et deux barres perpendiculaires 20, 22 à ses extrémités, ces deux barres étant orientées en sens inverse l'une de l'autre.

Chaque élément 12, 14 pourrait bien entendu avoir une forme différente, pour peu qu'il s'étende d'un bord transversal à l'autre du support 10. Ces éléments 12, 14 sont des couches minces de céramique semi-conductrices polycristallines à dopage de type n et dopage de type p respectivement, qui sont par exemple déposées par sérigraphie sur le support 10 et qui sont ensuite soumises à un traitement thermique de frittage, permettant de les solidifier et de les fixer sur le support 10.

Typiquement, les éléments semi-conducteurs 12, 14 ont une épaisseur inférieure à 2 millimètres, par exemple comprise entre 0,04 et 1 ou 2 millimètres, et des longueurs relativement variables, par exemple de quelques millimètres à quelques centimètres.

Les jonctions 16 qui sont formées entre les éléments semi-conducteurs 12, 14 sont alternativement d'un côté et de l'autre d'un axe longitudinal médian du support 10, pour former les jonctions chaudes et les jonctions froides respectivement des thermocouples.

On peut utiliser pour former ces éléments semi-conducteurs 12, 14, tous types de céramiques, c'est-à-dire tous les matériaux qui ne sont pas des métaux et des composés organiques, ces matériaux comprenant 5 notamment les oxydes, les carbures, les nitrures, les borures, les siliciures, ..., ainsi que tous les composés minéraux.

Ces céramiques sont dopées de façon appropriée pour former les éléments semi-conducteurs 12, 14, 10 d'une façon connue de l'homme du métier. On peut utiliser par exemple des oxydes de fer dopés au nickel, au germanium, au zirconium, ..., des oxydes de chrome dopés au fer, des oxydes d'étain, des siliciures de fer, des siliciures de molybdène, des 15 carbures de silicium ou de tungstène, des titanates, etc.

Tous ces matériaux ont des prix en général inférieurs à ceux des métaux.

Le support 10 est réalisable en toute céramique 20 diélectrique, par exemple du type utilisé pour la fabrication des circuits électroniques hybrides, c'est-à-dire en alumine frittée ou en nitrure d'aluminium par exemple, ou encore en stéatite, en cordiérite, en porcelaine, etc., qui sont moins 25 coûteuses et ont des performances diélectriques moins bonnes que l'alumine frittée ou le nitrure d'aluminium, mais néanmoins suffisantes pour les tensions produites dans un générateur thermoélectrique.

30 De préférence, la céramique du support 10 est poreuse ou microporeuse, pour réduire la conductivité thermique et diminuer le flux thermique par conduction entre la face chaude et la face froide du générateur. Les céramiques du support 10 et des 35 éléments semi-conducteurs 12, 14 doivent être

compatibles, pour que leur adhérence soit suffisante et que la diffusion chimique entre eux soit faible. Il est bien entendu possible de prévoir une barrière de diffusion, par exemple en zircone ou en zircon, 5 entre le support 10 et les éléments semi-conducteurs 12,14, pour éviter tout risque de diffusion.

Par ailleurs, les matériaux du support et des éléments semi-conducteurs seront choisis pour avoir des coefficients de dilatation thermique de 10 préférence sensiblement identiques ou voisins, afin d'éviter des contraintes thermiques importantes dans les composants du générateur au cours de son utilisation.

Les céramiques semi-conductrices polycristallines utilisées pour former les éléments 15 12, 14 ont l'avantage d'avoir une résistivité électrique qui diminue avec la température. Grâce à cette caractéristique, la résistance électrique interne du générateur selon l'invention peut être 20 relativement faible à température élevée.

Par ailleurs, et comme représenté schématiquement en figure 3, on peut donner aux éléments semi-conducteurs 12, 14 une géométrie qui contrebalance l'influence de l'augmentation de la résistivité électrique à basse température, en augmentant la section transversale des éléments semi-conducteurs 12, 14 du côté des jonctions froides c'est-à-dire du côté du bord supérieur du support 10 en figure 3.

30 Les figures 4 et 5 sont des vues schématiques d'un générateur comprenant plusieurs composants du type de ceux représentés aux figures 1 à 3, ces composants étant empilés de telle sorte que les éléments semi-conducteurs 12, 14 portés par un support 10 sont recouverts par un autre support 10 de 35

même type et de même dimension. Le nombre de supports 10 est supérieur d'une unité à celui des composants, pour que les éléments semi-conducteurs de tous les composants soient recouverts par un support 10 diélectrique.

Lorsque cet empilage est réalisé, on peut former des liaisons électriques entre les éléments semi-conducteurs des différents composants. En particulier, comme représenté aux figures 4 et 5, lorsque tous les éléments semi-conducteurs d'un composant sont reliés en série entre eux, on peut relier les éléments semi-conducteurs des différents composants en parallèle au moyen de deux bandes de liaison 24 de matière électroconductrice, qui sont posées sur la face d'extrémité de l'empilement comportant les jonctions froides et qui sont en contact avec celles-ci à une extrémité et à l'autre de l'ensemble des éléments semi-conducteurs portés par chaque composant.

Ces bandes de liaison 24 sont formées par exemple par dépôt par sérigraphie d'une encre électroconductrice, telle qu'une laque d'argent ou encore par une brasure métallique.

Ces bandes de liaison peuvent être prolongées pour former des bornes de liaison à un circuit électrique.

Comme indiqué ci-dessus, les composants d'un générateur thermoélectrique sont formés par dépôt par sérigraphie des éléments semi-conducteurs 12, 14 sur un support 10 en céramique diélectrique, puis par frittage.

Un autre procédé de fabrication est illustré schématiquement en figure 6.

Il consiste pour l'essentiel à imprégner une bande textile 30 d'un type quelconque, d'une

5 suspension de céramique diélectrique (appelée barbotine) en faisant passer la bande textile 30 dans une cuve ou dans un bac 32 contenant une suspension 10 34 de céramique diélectrique, la bande textile imprégnée de barbotine qui sort du bac 32 étant éventuellement séchée partiellement pour avoir une 15 consistance plastique. Des motifs en céramiques semi-conductrices polycristallines sont ensuite formés par sérigraphie sur la face supérieure de la bande textile 30, au moyen des écrans rotatifs 36. On utilise pour cela des encres sérigraphiques contenant une suspension de céramiques semi-conductrices polycristallines en poudre.

15 Un premier écran rotatif 36 permet de former les éléments semi-conducteurs 12 de type n sur la face supérieure de la bande textile 30, puis un second écran rotatif 36 permet de former les éléments semi-conducteurs 14 de type p sur cette bande textile 30, les éléments 12, 14 étant réunis entre eux à leurs 20 extrémités pour former les jonctions précitées.

25 Des bandes de liaison peuvent également être formées par sérigraphie sur la bande 30 du côté des jonction froides. Ensuite, on enroule la bande 30 sur elle-même comme représenté en 38. Des bandes de liaison en parallèle de différents ensembles d'éléments semi-conducteurs peuvent alors être formées sur la face d'extrémité de la bobine qui porte les jonctions froides, par dépôt d'une encre conductrice ou par une brasure métallique.

30 La bande enroulée est ensuite placée dans un four pour le frittage. Au cours de ce frittage, la bande textile 30 brûle et améliore la résistance thermique de la couche diélectrique par création d'une porosité correspondant au volume occupé par les

fils textiles. Le générateur ainsi obtenu a alors une forme générale cylindrique.

En variante, on peut former une bande de matière diélectrique par une technique de coulage. Après 5 séchage partiel, les éléments semi-conducteurs sont déposés sur cette bande par sérigraphie au moyen d'écrans plats.

En figure 7, on a représenté schématiquement un autre procédé de fabrication d'un générateur selon 10 l'invention, qui met en oeuvre une technique décrite dans le document W099/29519. Cette technique consiste à déposer sur un support 10 en céramique diélectrique une couche 40 d'une céramique semi-conductrice polycristalline en poudre, au moyen d'un dispositif approprié 42, puis à former sur le support 10 un motif correspondant aux éléments semi-conducteurs 12 (ou 14) précités et à simultanément fritter ce motif au moyen d'un faisceau laser 44 dont on peut piloter le balayage à vitesse relativement élevée selon deux 15 axes perpendiculaires. Ensuite, un dispositif approprié 46 permet de retirer la poudre céramique semi-conductrice en excès, en laissant sur la surface du support 10 les éléments semi-conducteurs 12 (ou 14) précités. On procède donc de cette façon, une 20 fois avec de la poudre de céramique semi-conductrice de type n et une fois avec de la poudre de céramique semi-conductrice de type p.

On peut également utiliser des procédés 30 classiques de fabrication de composants électroniques hybrides, tels que la déposition en phase vapeur (CVD) pour former les couches minces semi-conductrices sur le support 10.

REVENDICATIONS

1 - Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs comprenant une pluralité d'éléments semi-conducteurs (12, 14) de type n et de type p disposés en alternance et reliés deux à deux à leurs extrémités pour former une pluralité de thermocouples (16) sur deux faces opposées du générateur, caractérisé en ce que lesdits éléments (12, 14) sont des couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines déposées sur un support diélectrique (10) thermiquement isolant et fixées à ce support par frittage.

2 - Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le support (10) est en céramique.

3 - Générateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le support (10) est à structure microporeuse.

4 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les céramiques semi-conductrices ont des épaisseurs inférieures à 2 millimètres et par exemple comprises entre 0,04 et 1 ou 2 millimètres environ.

5 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments semi-conducteurs (12, 14) déposés sur le support (10) sont reliés en série et/ou en parallèle.

6 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une

5 pluralité de supports (10) superposés portant des éléments semi-conducteurs (12, 14), les éléments semi-conducteurs d'un support (10) étant reliés en série entre eux et étant reliés en série ou en parallèle aux éléments semi-conducteurs (12, 14) d'un autre support (10).

10 7 - Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les supports (10) sont en forme de bandes, de cylindres, de rondelles ou de demi-rondelles.

15 8 - Procédé de fabrication d'un générateur thermoélectrique à semi-conducteurs du type décrit dans l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer des couches minces de céramiques semi-conductrices polycristallines (12, 14) sur un support diélectrique (10) en céramique, puis à fritter les céramiques 20 semi-conductrices (12, 14) par élévation de température pour les fixer sur le support diélectrique.

25 9 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il consiste à former les couches minces par dépôt par sérigraphie sur le support (10) d'une suspension de poudre de céramique semi-conductrice dans un liquide.

30 10 - Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le frittage est réalisé par passage du support diélectrique (10) dans un four.

35 11 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer des

5 poudres de céramiques semi-conductrices sur le support diélectrique, à utiliser un faisceau laser (42) à balayage piloté pour simultanément fixer un motif en céramiques semi-conductrices sur le support (10) et pour fritter les céramiques semi-conductrices de ce motif, puis à retirer du support (10) l'excès de poudres de céramiques semi-conductrices.

10 12 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le support diélectrique est une bande textile (30) imprégnée d'une suspension de céramique diélectrique (34), sur laquelle on dépose par sérigraphie des motifs (12, 14) de céramiques semi-conductrices polycristallines, après quoi on 15 enroule la bande (30) sur elle-même et on place la bande enroulée (38) dans un four pour fritter les céramiques et pour brûler la bande textile (30) afin de donner une structure poreuse au support céramique.

20 13 - Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'après enroulement de la bande et avant passage de la bande enroulée (38) dans un four, on forme sur une face d'extrémité de la bande enroulée des liaisons entre des extrémités des motifs 25 (12, 14) en céramiques semi-conductrices, ces liaisons étant réalisées par dépôt de matières conductrices telles que des encres ou des pâtes conductrices ou par des brasures métalliques.

30 14 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il consiste à former les couches minces de céramiques semi-conductrices (12, 14) sur le support diélectrique (10) par des moyens utilisés pour la fabrication de circuits électroniques, tels 35 par exemple que la déposition en phase vapeur.

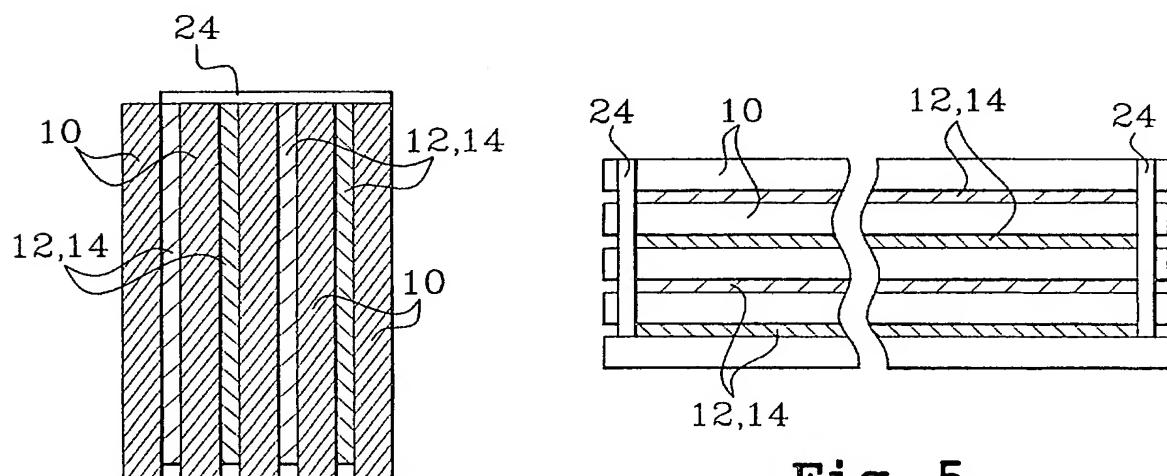
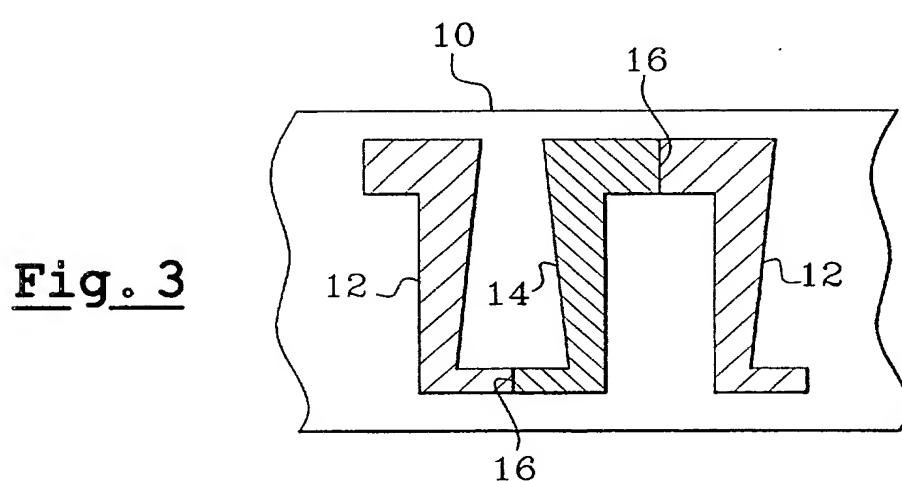
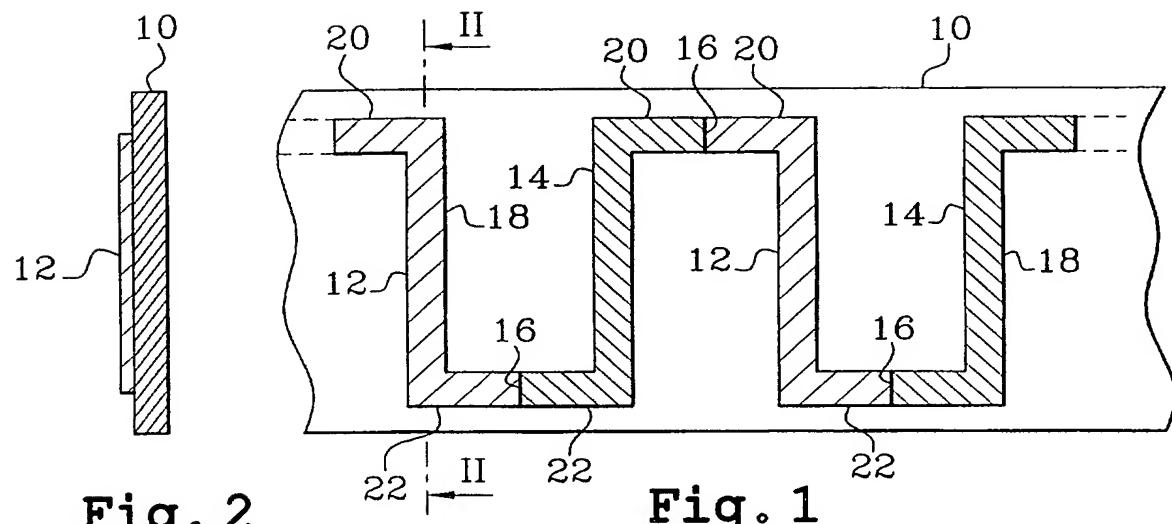


Fig. 4

Fig. 5

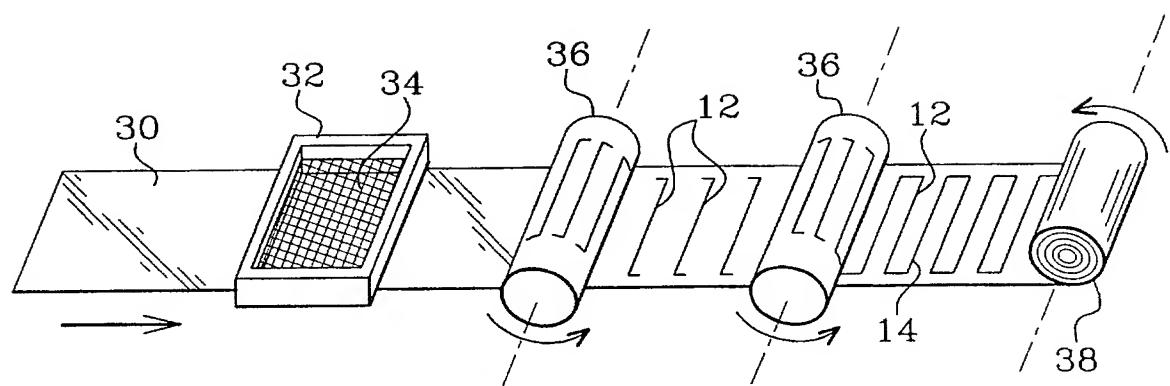


Fig. 6

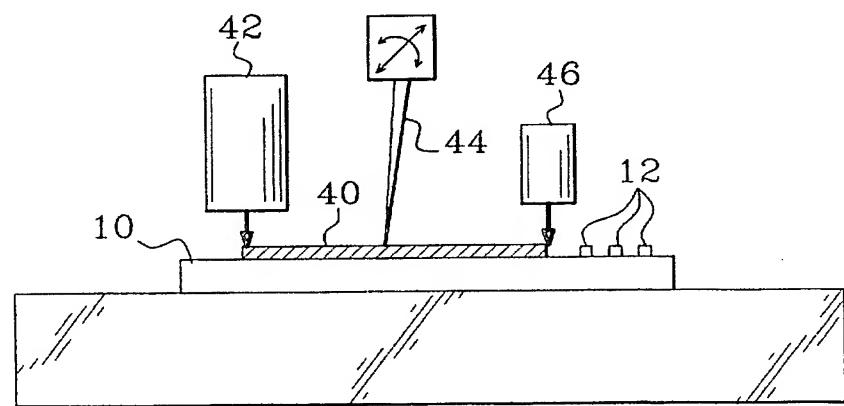


Fig. 7

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1. / .1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)	SD/SERRASIFP4	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	01037.19	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Générateur thermoélectrique à semi-conducteurs et ses procédés de fabrication		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
- Edouard SERRAS 38 bis Boulevard d'Argenson 92200 NEUILLY SUR SEINE - INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE 1 et 4, avenue de Bois-Préau 92852 Rueil-Malmaison Cedex		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).		
Nom		SERRAS
Prénoms		Edouard
Adresse	Rue	38 bis Boulevard d'Argenson
	Code postal et ville	92200 Neuilly sur Seine
Société d'appartenance (facultatif)		
Nom		GAILLARD
Prénoms		Jean-Marie
Adresse	Rue	29 ter rue du 19 mars 1962
	Code postal et ville	87100 LIMOGES
Société d'appartenance (facultatif)		
Nom		FLAMENT
Prénoms		Patrick
Adresse	Rue	37, allée de la Forêt
	Code postal et ville	78610 AUFFARGIS
Société d'appartenance (facultatif)		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 Daniel RAMEY Mandataire (CPI/92-1208)
		le 16 mars 2001

